مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية

المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم
إدارة العلوم والبحث العلمي

الاجتماع الثاني لخبراء المعجم الحاسوبي للغة العربية

مايو 2008

اللغة العربية والحاسوب

د. ندى غنيم و د. أميمة الدكاك

اللغة العربية والحاسوب

د. ندى غنيم و د. أميمة الدكاك

المعهد العالي للعلوم التطبيقية والتكنولوجيا

odakkak@hiast.edu.sy و n_ghneim@netcourrier.com

١- مقدمة

مع تطور الحواسيب والاتصالات، برزت الحاجة إلى استخدام الحاسوب في الكثير من التطبيقات الحيوية. وتنامت هذه الاستخدامات إلى تطبيقات مفيدة وجيدة في كثير من المجالات. ولما كان التواصل الكلامي أسهل وأنجع أنواع التواصل، يجرى العمل حالياً على إنشاء الجيل الخامس من الحواسيب الذي يتواصل كلامياً مع المستخدم.

يجري العمل حالياً في كثير من لغات العالم على تطوير تطبيقات لغوية (نصية وكلامية) لأغراض متنوعة. فلدينا، على سبيل المثال لا الحصر:

١- تطبيقات تعرّف الكلام لإعطاء أوامر صوتية للآلات؛ وأبلغ مثال على ذلك نظم الإملاء الآلي.

٢- تطبيقات تركيب الكلام من نصوص مكتوبة أو نصوص مولدة؛ وأبلغ مثال عليها قراءة الكتب للمكفوفين، والمجيب الآلي وقراءة البريد الإلكتروني صوتياً من بعد، وغيرها.

٣- تطبيقات التنقيب عن المعطيات والمعلومات والمعرفة، ولا يخفى على أحد أهمية هذه التطبيقات، وخاصة مع انتشار شبكة الإنترنت (الشبكة العنكبوتية العالمية).

٤- التطبيقات التفاعلية كالألعاب ونظم الاستفسارات

٥- الترجمة الآلية

٦- تعليم اللغات للأجانب

٧- التصحيح الإملائي الآلي.

تتطلب كل هذه التطبيقات دراسة معمقة لعلم اللغات، ومعالجة الإشارة، وعلوم الحاسوب، وعلم الإحصاء، وتقانات الذكاء الصنعي،... ويتحدث اللغة العربية ما لا يقل عن 250 مليون عربي، ويهتم بتعلمها قرابة 1.2 مليار من المسلمين، كما أنها تحظى باهتمام متزايد حتى من الأوساط غير المسلمة وغير الناطقة بالعربية، فما هو حظها من التقنيات الحديثة؟

يمكن تصنيف الأعمال على اللغة العربية ضمن:

- معالجة الإشارة الكلامية:
  - تركيب الكلام
  - تعرّف الكلام
  - ضغط الكلام
- المعالجة النصية:
  - معالجة على المستوى الصرفي: ويجري الاهتمام في هذه المرحلة بدراسة بنية الكلمة وكيفية تشكيل الكلمة من المكونات الأساسية المكونة لها
  - معالجة على المستوى النحوي: حيث تجري دراسة العلاقات البنيوية بين الكلمات لتشكيل الجمل
  - معالجة على المستوى الدلالي: حيث يهتم هذا المستوى بدراسة معاني الكلمات، وتجميع تلك المعاني لتشكيل معاني الجمل
  - معالجة على المستوى المقامي أو الاستعرافي Pragmatics: حيث تجري دراسة اللغة كما تُستخدَم في سياقها الاجتماعي، بما في ذلك تأثيرها على المتحدثين.

وتعاني هذه المستويات جميعاً من مسألة اللبس أو الغموض ambiguity، حيث يمكن أن يكون لخرج المعالجة في كل مستوى عدة احتمالات يمكن إزالتها (أو إزالة جزء منها) في المستوى التالي.

٢- تحليل وتركيب الإشارة الكلامية

فيما يتعلق بتركيب الكلام، حاول الإنسان منذ ستينيات القرن الماضي، إنتاج إشارة تشبه إشارة الكلام بطرق ميكانيكية ثم كهربائية وأخيراً حاسوبية رقمية، وذلك اعتماداً على فهم آلية إنتاج الكلام عند الإنسان ونمذجة هذه العملية، فظهرت مركبات الكلام المتعددة وللغات عديدة.

ولمركبات الكلام تطبيقات كثيرة منها:

- الاستفسار عن معلومات متغيرة عن طريق الهاتف (كالحسابات المصرفية، أو اسم شخص وعنوانه من رقم هاتفه، أو العكس، أو خدمات الحجز وتسجيل الطلبات عن طريق الهاتف، أو الاستماع إلى الفكسات والبريد الإلكتروني عن طريق الهاتف، ...).
- الهاتفية المفسرة (الترجمة المباشرة للمكالمات الهاتفية)، وهذه الخدمة تتيح لشخصين لا يتحدثان لغة واحدة بالحديث معاً على الهاتف.
- الحالات التي يصعب فيها النظر إلى الشاشة (كغرفة قيادة طائرة)، وتوجيه خط سير العربات.
- الخدمات المتعلقة بالمعاقين (كإيجاد آلة قراءة للمكفوفين، وتمكين الأشخاص الذين لديهم إعاقة كلامية من الكلام والرد على الهاتف).

تختلف مركبات الكلام هذه بحسب:

- الوحدات الصوتية الأساسية التي يجري ضمها لإنتاج الكلمات والجمل المختلفة، فمنها ما يعتمد على كلمات مسجلة سلفاً، وهذا يصلح لتطبيقات محدودة الكلمات. ومنها ما يعتمد على الثنائيات الصوتية [Dutoit 96] وهي النقلات بين الأصوات المفردة، التي يستخدمها معظم مركبات الكلام التجارية. ومنها ما يعتمد على المقاطع الصوتية [Chenfour 00]، وهي تعطي نوعية أفضل على حساب تعقيد التصميم وزمن التطوير.

- تقنيات التركيب منها ما يعتمد على تحليل الإشارة في المجال الزمني، ومنها ما يعتمد على تحليل الإشارة في المجال الترددي (محتواها من النغمات)، ومنها ما يعتمد على تحويلات مغايرة.

    - تحليل وتركيب الإشارة في المجال الزمني: يجري ضم الوحدات السابقة، وتطبيق معالجات معينة عليها بهدف تغيير شدة الكلام أو نبرته أو مدته. وتوجد حالياً طرق حديثة أثبتت جدواها يعتمد أغلبها على كشف لحظات انغلاق الأوتار الصوتية ومنها كشف الدور الأساسي لاهتزاز الأوتار الصوتية، ومعالجة الإشارة على

مستوى هذا الدور. تسمى هذه التقنيات تقنيات تراكب وجمع متزامنة مع الدور الأساسي Pitch Synchronous Overlap and Add (PSOLA) [Dutoit 96] .

- تحليل وتركيب الإشارة في المجال الترددي: يتدخل هواء التنفس في عملية إنتاج الكلام، إذ يخرج الهواء من القصبة الهوائية إلى التجويف الفموي الذي يتشكل بأشكال عديدة حسب الصوت المنطوق، فالألف المدية مثلاً توافق فماً مفتوحاً والباء توافق انغلاقاً عند الشفاه... إن شكل التجويف الفموي هذا يعزز بعض الترددات التي نسميها البواني. تعتمد طرق تركيب الكلام ترددياً على كشف هذه الترددات ثم إنتاجها إما كهربائياً أو حاسوبياً عن طريق مرشحات. ومع أن هذه الطريقة أقرب إلى الطبيعية من غيرها لأنها تعتمد على موسطات فيزيائية حقيقية تتصف بالاستمرارية والواقعية إلا أن صعوبة تحديد موسطاتها جعلتها تتراجع أمام التقنيات الأخرى.
- تحليل وتركيب الإشارة باستخدام التحويلات: ثمة طيف واسع من التحويلات التي يمكن استخدامها لتركيب الإشارة الكلامية، تهدف في معظمها إلى تركيب كلام بنوعية أفضل وبحجم خزن أقل تناسب التطبيقات الشبكية والنقالة وغيرها.

٣- تعرف الإشارة الكلامية

الهدف منه تعرف المضمون النصي للكلام المنطوق، وله تطبيقات كثيرة منها الإملاء الآلي وإعطاء أوامر صوتية للآلة [Al-Dakkak 06]، إضافة إلى تطبيقات متعددة في مجال الألعاب.

وتختلف نظم التعرف بحسب عدة معايير:

- الوحدة الصوتية التي يجري تعرفها: كلمات معزولة أم كلمات متصلة أم كلام طبيعي مستمر (يمكن أن يتضمن سعالاً أو كلمات من لغة أخرى...)
- حجم الوحدات الصوتية: عدد الكلمات المتعرفة.
- تعرف بصوت متحدث وحيد أم عدة متحدثين أم بدون شروط على المتحدث.
- موثوقية نظام التعرف بحسب تغيير ظروف استثماره.

وتختلف تقنيات التعرف تبعاً لما يتطلبه نظام التعرف:

ففي حال تعرف الكلمات المعزولة أو المتصلة، يمكن استخدام التقنيات نفسها مهما كانت اللغة. وتعتمد هذه التقنيات على قياس درجة التشابه بين نماذج مخزنة لهذه الكلمات، وبين الكلمات التي يلفظها المستخدم لتعرفها. نذكر من هذه التقنيات:

- البرمجة الديناميكية Dynamic Time Wrapping (DTW)
- الشبكات العصبونية Neural Networks
- نماذج ماركوف المخفية Hidden Markov Models

أما في حال تعرف الكلام المستمر، فإن الوحدات التي يمكن تعرفها لن تتجاوز الأصوات المفردة، وعلينا إضافة مكونات لغوية غنية على نظام التعرف، لنتمكن من استنتاج الكلمات المنطوقة من الأصوات المفردة؛ فالمتحدث بكلام طبيعي قد يدغم أصواتاً بأخرى، وقد يقلب أصواتاً، وقد يحذف أصواتاً أخرى، مما يضطرنا لإزالة اللبس والغموض [Haton 06].

٤- منتجات عالمية

تحظى اللغات الأخرى غير اللغة العربية (أوروبية وآسيوية وهندية...) بنصيب أوفر من البحث والتطوير. فمنذ عقود توجد مركبات كلام بلغات متعددة، ونظم تعرف بكلمات معزولة تصل إلى بضعة آلاف، ونظم تعرّف كلام مستمر لمقامات معينة: حجز سفر، استفسار عن حالة الطقس وعن حالات الطرق تصل إلى نسب تعرف تزيد على ٦٠% [Haton 06].

وفي الآونة الأخيرة، ازداد اهتمام العرب والمسلمين باللغة العربية، وتعدى الاهتمام باللغة العربية ليصل إلى الأوساط غير المسلمة وغير الناطقة بالعربية. وسنذكر فيما يلي بعض الشركات المشهورة في المجال.

٤-١- شركة مايكروسوفت: تقدم برمجيات Microsoft Office مايكروسوفت المكتبية دعماً للغة العربية ويتضمن محررها، قاموساً للمفردات العربية، وقواميس ثنائية اللغة من العربية وإليها، مصححاً للأخطاء الإملائية والنحوية وإن كان المنتج لا يخلو من بعض الأخطاء. أما كلامياً فهو لا يقدم أي منتج خاص باللغة العربية.

٤-٢-شركة صخر: تقدم شركة صخر العريقة في مجال تقانات الكلام، مجموعة منتجات تتضمن:

- القارئ الآلي: وهو نظام تعرف نصوص مكتوبة
- "إبصار": نظام يمكن المكفوفين وضعاف البصر من التعامل مع كافة برامج وتطبيقات الحاسوب، كما يستخدم لقراءة المستندات والكتب المطبوعة وحفظها وطباعتها بالطريقة العادية أو طريقة برايل. ويتيح أيضاً إمكان التعامل مع كافة المعطيات صوتياً على الجهاز أو الإنترنت لأنه يتضمن مركب كلام من نصوص مكتوبة.
- محرك البحث "الإدريسي" للغة العربية.
- محرك صخر للتعرف الآلي على كلمات معزولة ومتصلة بلهجات مختلفة.
- محرك صخر لنطق النصوص: يسمح بنطق النصوص المكتوبة باللغة العربية أو الإنكليزية، بقطع النظر عن كونها مشكولة أم لا لأنه يتضمن مشكلاً آلياً للنصوص العربية.

إضافة إلى مجموعة برمجيات أخرى للترجمة من وإلى الإنكليزية، والأرشفة والتلخيص والتصحيح الآلي والتصنيف وتعقب الكلمات المفتاحية.

يوجد على موقع شركة صخر http://www.sakhr.com/tts/tts31.asp إمكان لتجريب النظام.

لا تتوفر لدينا وثائق عن التقنيات المستخدمة أو عن قياس أداء هذه النظم، التي تُعتبر باهظة الثمن بالنسبة للأفراد.

٤-٣-شركة أكابيلا:

نشأت في بداية عام 2004 شركة عالمية Acapela تتكون من ثلاث شركات عالمية وعريقة في تكنولوجيا معالجة الكلام:

- Babel Technologies: تأسست في بلجيكا عام 1995، كفرع من كلية Mons للتقانات المتعددة في بلجيكا، وهي شركة رائدة في تركيب الكلام وتعرفه والنظم المضمنة.
- Infovox: تأسست في السويد في عام ١٩٨٣، كفرع من المعهد الملكي للتقانات KTH، رائدة في مجال تركيب الكلام لعدة لغات، وفي مجال الاتصالات.

- Elan Speech : تأسست في فرنسا في عام 1980، رائدة في تركيب الكلام والاتصالات والعربات.

تدعم الشركة 23 لغة عالمية منها العربية. يوجد على موقعها http://demo.acapela-group.com/ إمكان تجريب وعرض نظم تركيب الكلام من نصوص لـ 14 لغة منها العربية. يجري التركيب باستخدام ثنائيات صوتية ووحدات إضافية.

٥- اللغة العربية في المعهد العالي للعلوم التطبيقية والتكنولوجيا

يشارك المعهد العالي في اللجنة الفرعية لشمال أفريقيا وغرب آسيا من لجنة الاتصالات الكلامية العالمية ISCA. وفيما يلي عرض لأهم الأعمال التي جرت وتجري في المعهد العالي، في مجال المعالجة النصية والكلامية للغة العربية:

٥-١- نظام اشتقاق وتصريف [البواب ٨٤]: يعتمد معجماً يتضمن ٥٥٨٨ جذراً ثلاثياً و١٩٣٢ جذراً رباعياً، كما يحوي المعجم على ١١٧٩٠ مصدراً سماعياً و٨٦٠ صفة مشبهة بالفعل خاصة بالأفعال الثلاثية المجردة.

أما الأسماء المشتقة القياسية وكذلك المصادر القياسية الخاصة بالأفعال الثلاثية المزيدة والأفعال الرباعية فإنها تولد في نظام الاشتقاق وفق قواعد محددة دون الرجوع إلى المعجم.

٥-٢- قاعدة معطيات قواعد الإعراب [باكير ٠٢]: يهدف المشروع إلى إعراب كمٍّ وافرٍ من الشواهد والأمثلة المتنوعة، وصلت إلى ١٢٠٠ شاهد، ثم وضعها في قاعدة معطيات؛ لتكون مرجعاً للباحثين والطلاب، وأساساً لبرامج تعليم قواعد اللغة العربية بالحاسوب. وقد انتقيت الشواهد من الأدب الرفيع، وبحيث تناسب مختلف المراحل الدراسية، وتغطي جميع الدروس النحوية. وقد شُرحت الشواهد مفردات فقط، في حين كان إعراب الشواهد مفصلاً تماماً؛ بحيث يمكن لكل طالب، بدءاً من نهاية التعليم الأساسي، حتى التعليم الجامعي، وانتهاء بالباحثين، أن يجد كلٌّ مبتغاه.

٥-٣- قاموس إلكتروني "قاعدة معطيات المعجم الوسيط": الهدف من هذا المشروع إدخال مفردات المعجم في قاعدة معطيات، حيث جرى تصنيفها في ١٦ جدولاً تتضمن المعلومات الصرفية والدلالية المتعلقة بها. لقد جرى بناء هذه القاعدة بحيث تشكل نواة أساسية لأعمال تحليل صرفي ونحوي ودلالي لاحقة. على سبيل المثال يتضمن جدول الأفعال في القاعدة عشرة حقول هي: رقم

مفتاح الفعل، شيوعه، جذره، الفعل نفسه، وزنه، تعديته، اسم الفاعل منه، حرف التعدية، اسم المفعول منه، معناه.

٥-٤- نواة نظام تشكيل النصوص: تُكتب النصوص باللغة العربية، في غالب الأحيان، من دون تشكيل. وحين القراءة، يستطيع القارئ المتمرس استعادة الحركات بناء على خبرته، أما القارئ المبتدئ فلا يستطيع ذلك. تحمل هذه الحركات معلومات لغوية هامة منها دلالية ومنها نحوية، ولإجراء أية عملية تحليل آلي على نص عربي لا بد أن يكون مشكولاً.

يهدف هذا المشروع إلى بناء نواة مشكل آلي للنصوص العربية، يضيف ما أمكن من الحركات والشدات إلى نص غير مشكول.

يتألف المشروع من المراحل التالية:

١. **مسح النص وتقسيمه إلى كلمات Parsing**: باستخدام قواعد لغة منتظمة regular language

٢. **التحليل الصرفي للكلمات Morphological Analysis**: جرى اعتماد محلل Buckwalter الصرفي [Buckwalter 2002]، والذي يستخدم طريقة معاجم السوابق والجذوع واللواحق ولوائح التوافق. تعتمد هذه الطريقة على وجود ثلاثة معاجم: معجم الجذوع اللغوية ويحوي الجذوع مع التحليلات الممكنة لكل منها، ومعجم السوابق مع التحليلات الممكنة لكل سابقة، ومعجم اللواحق مع التحليلات الممكنة لكل لاحقة.

إضافة إلى هذه المعاجم توجد لائحتان: اللائحة الأولى وهي لائحة توافُق السوابق مع الجذوع، فمثلاً، حرف العطف (تحليل لسابقة) متوافق مع الفعل (تحليل لجذع)، واللائحة الثانية تحدد توافق الجذوع مع اللواحق.

يقوم المحلل الصرفي بإجراء التقسيمات الممكنة لكل كلمة إلى سابقة-جذع-لاحقة، على ألا يكون طول الجذع صفراً.

ويختبر لكل تقسيم الشروط التالية:

- هل السابقة موجودة في معجم السوابق؟ إذا كانت موجودة يستخرج التحليل اللغوي الموافق.

- هل الجذع موجود في معجم الجذوع؟ إذا كانت موجوداً يستخرج التحليل اللغوي الموافق.
- هل اللاحقة موجودة في معجم اللواحق؟ إذا كانت موجودة يستخرج التحليل اللغوي الموافق.
- هل تحليل السابقة متوافق مع تحليل الجذع؟
- هل تحليل اللاحقة متوافق مع تحليل الجذع؟

إذا تحققت جميع الشروط السابقة يعتبر التقسيم الموافق تقسيماً صالحاً ويضاف إلى التقسيمات الممكنة.

مثال على طريقة Buckwalter للتحليل الصرفي:

يمكن أن يكون لكلمة ورد التقسيمات التالية:

- **ورد**: نستخرجها في معجم الجذوع فنحصل على الحالات وَرَّد وهي فعل- وَرْد وهي اسم – وِرْد وهي اسم – وَرَدَ وهي فعل
- **و–رد**: نستخرج الواو في معجم السوابق فنجد أنها حرف عطف، ثم نستخرج /رد/ من معجم الجذوع فنجد أنه فعل، نختبر التوافق بين حرف العطف والفعل فنجد أنهما متوافقان، وبالتالي ينتج لدينا التحليل وَرَدَّ
- **ور–د**: هذا التقسيم غير صالح لأن /ور/ ليس من السوابق، و /د/ ليس من الجذوع.
- **–و–رد**: هذا التقسيم غير صالح لأن /و/ ليست من الجذوع و /رد/ ليست من اللواحق.
- **–ور–د**: هذا التقسيم غير صالح لأن /ور/ ليست من الجذوع و /د/ ليست من اللواحق.

٣. **تحديد أنواع الكلمات Part of Speech Tagging**: بعد عملية التحليل الصرفي ينتج (في الحالة العامة) لكل كلمة عدة خيارات، كل خيار مرتبط بتشكيل معين لهذه الكلمة، وبالتالي تؤول عملية التشكيل الآلي إلى اختيار الخيار الأنسب. في هذه المرحلة نسعى إلى إجراء عملية تحديد لنوع الكلمة POS من خلال بناء Tagger للغة العربية. ولافتقارنا إلى مدونة مشكولة باللغة العربية توجهنا إلى اعتماد طرق إحصائية تعرف بالتعلم غير المُشرَف عليه

Unsupervised learning. تعتمد هذه الطريقة على تطبيق الخطوتين السابقتين على كمٍ واسعٍ من النصوص غير المشكّلة واستنتاج قواعد إحصائية للتعليم (إحصاء الحالات التي لا لبْس فيها واستنتاج قواعد منها)، ثم ترتيب هذه القواعد بحسب علامات تعطى لها، تأخذ بالاعتبار تكرار تطبيقها على النصوص. ولدى تعليم نصوص جديدة نطبق القواعد التي لها العلامات الأفضل، ثم نطبق قواعد تحويل لتحسين الأداء (إزالة الغموض أكثر) اعتماداً على الكلمة السابقة ونوعها والكلمة اللاحقة ونوعها.

عملياً، قمنا بجمع ثلاثة نصوص عربية متنوعة من الموسوعة العربية [Safadi 06] وهذه النصوص هي: نص عن الحاسب ونص عن كوكب الأرض ونص عن مدينة دمشق، يبلغ مجموعها قرابة ١٨٠٠٠ كلمة. ومن ثم قمنا بتمرير النص على المحلل الصرفي وأحصينا الاحتمالات التي أعطاها المحلل لكل حالة، فتبين لنا النتائج التالية:

- نسبة الغموض هي ٦٠%.
- تشكل الكلمات غير الغامضة ٤٠% من النص.
- ٣% من الكلمات لم يتعرف عليها المحلل.
- ٢٣% من الكلمات كان لها علامتان Two tags
- ١٤% من الكلمات كان لها ثلاثة علامات.
- ٧% من الكلمات كان لها أربع علامات.

مثال: لتكن لدينا جملة "وصل الأستاذ إلى مصر". في هذه المرحلة تُعلَّم كل كلمة بجميع الاحتمالات الممكنة لها (% تعني أو):

وصل VERB_PERFECT%NOUN (فعل تام، اسم)
الأستاذ NOUN (اسم)
إلى PREP (حرف جر)
مصر ADJ%NOUN_PROP (صفة، اسم علم)

٤. **تطبيق القواعد اللغوية التجريبية Heuristic Linguistic Rules**: بعد القيام بالمراحل السابقة، قمنا بإضافة مرحلة أخرى، وهي القواعد اللغوية التجريبية، حيث لاحظنا أن القواعد المستنتجة آلياً تغفل أحياناً بعض الحالات السهلة المعالجة. إضافة إلى هذا فإن القواعد محدودة بالقوالب المحددة، وبالتالي لا تغطي جميع الاحتمالات الممكنة.

قمنا بإضافة قواعد لغوية تجريبية وبتجربة الأداء بعد إضافة كل قاعدة، بهدف إبقاء القواعد الجيدة وحذف السيئة منها. من هذه القواعد على سبيل المثال:

- إذا كان طول الكلمة أصغر من ثلاثة، وأحد الاحتمالات الممكنة هو حرف جر PREP قم باختيار هذا الاحتمال.

وقد حسّنت هذه القواعد من نتائج برمجية التشكيل. ونقوم الآن بإعداد مدونة مشكلة يدوياً من نصوص الموسوعة العربية السالفة الذكر، مما سيسمح بقياس أداء البرمجية بدقة أفضل. ليس في مقدور هذه البرمجية تشكيل أواخر الكلمات، نظراً لأن ذلك يتطلب بناء محلل نحوي للغة العربية.

٥-٥- مركب كلام باستخدام الثنائيات الصوتية.

يتألف مركب الكلام الموجود حالياً في المعهد العالي من عدة كتل:

١. كتلة التحويل من رموز كتابية إلى رموز صوتية.
٢. كتلة التحويل من رموز صوتية إلى أصوات منطوقة.
٣. كتلة تعديل أنماط النطق التطريزية Prosody لإعطاء صوت طبيعي ثم لإعطاء المشاعر المطلوبة.

وفيما يلي تفصيل لهذه الكتل.

١. كتلة التحويل من رموز كتابية إلى رموز صوتية.

اعتُمد في إنشاء هذه الكتلة على نواة بناء نظام خبير TOPH كان قد جرى إنشاؤه في معهد الاتصالات الكلامية Institut de la communication في مدينة غرونوبل للغة الفرنسية، ثمّ طُبّق على مجموعة من اللغات الأبجدية، منها الألمانية والإيطالية والإسبانية. جرى استخدام هذه النواة لبناء نظام خبير خاص باللغة العربية [غنيم ٠٣]. يسمح هذا النظام للخبير بصياغة قواعد التحويل من رموز كتابية إلى رموز صوتية، على نحو يشبه قواعد تعليم القراءة للصغار أو للأجانب.

على سبيل المثال: حذف لفظ اللام الشمسية، وحذف لفظ همزة الوصل، وإضافة لفظ التنوين.

دخل هذه الكتلة نصٌ مشكول، وخرجها مجموعة رموز صوتية (٣٨ رمزاً).

٢. كتلة التحويل من رموز صوتية إلى أصوات منطوقة.

نستخدم في هذه الكتلة مجموعة برمجيات متاحة على الإنترنت هي MBROLA، يمكنها تحويل الرموز الصوتية السابقة إلى أصوات موافقة، باستخدام تسجيلات صوتية للنقلات بين صوتين متتالين (الثنائيات الصوتية diphones). تسمح هذه البرمجيات بالتحكم في مدة كل صوت مفرد وبتردد الأوتار الصوتية الموافق، إلا أنها تفتقر إلى الأصوات الموافقة للواو والياء الممالَتين اللتين تظهران مثلاً حين نقف على كلمةٍ تنتهي بتنوين الضم أو الكسر.

٣. كتلة تعديل أنماط النطق التطريزية Prosody لإعطاء صوت طبيعي، ثم لإعطاء المشاعر المطلوبة.

كانت قد جرت في المعهد العالي سابقاً دراسة تحليلية لمدونة من الجمل العربية تتضمن ١٢ جملة قصيرة لكل من أنماط الكلام الأربعة: إخبار واستفهام وتعجب ونهي. قام بنطقها خمسة أشخاص (٤ ذكور وأنثى). ويقصد بالجمل القصيرة ما قل عدد الأصوات فيها عن ١٤ صوتيم. حيث جرى استخراج تغيرات التردد الأساسي وشدة الصوت مع الزمن.

ثم جرى تسجيل مدونة أخرى لجمل ذات أطوال متوسطة وطويلة، وتحليلها أيضاً، واستخراج قواعد تلك التغيرات باختلاف طول الجملة.

اعتمدنا مجموعة قواعد تعديل أولية، تأخذ بالاعتبار أدوات التنقيط (الفاصلة والنقطة وإشارة التعجب وإشارة الاستفهام)، وعدد صوتيمات الجملة.

وفي دراسة لاحقة، جرى تسجيل وتحليل مدونة تتضمن جملاً تحمل عواطف: الفرح، والغضب والحزن والخوف والمفاجأة. جرى تسجيل ٢٠ جملة لكل عاطفة، مرة بتعمد إظهار العاطفة ومرة بكلام طبيعي من دون عاطفة، وجرت دراسة التغيرات التي تطرأ على موسطات النطق (تردد أساسي ومدة وشدة صوت) حين يتضمن الكلام العواطف السابقة، ومن ثم بناء قواعد لإجراء التحويلات المناسبة لتحمل جمل المركب الصوتي إحدى العواطف المدروسة. ولتحديد أداء تركيب العواطف، جرى تركيب خمس جمل لكل عاطفة، استمع إليها ١٠ أشخاص طُلب منهم تحديد العاطفة التي يشعرون بها لكل جملة، وكانت نسبة تعرّف العواطف المركبة متفاوتة من عاطفة إلى أخرى تتراوح بين 67% لعاطفة الفرح و 80% لعاطفة الخوف [Al-Dakkak 05].

٥-٦- نواة لمركب باستخدام أنصاف المقاطع.

نظراً لقصور الثنائيات الصوتية في إنتاج كلام عالي الجودة، ولكون اللغة العربية لغة مقاطعية، فقد ارتأينا إعادة بناء مركب الكلام باستخدام أنصاف مقاطع صوتية عوضاً عن الثنائيات الصوتية. الجدير

بالذكر أن أنواع المقاطع الصوتية في اللغة العربية هي: V، و CV و CVC و CVCC (V هي الصوائت و C هي الصوامت)، وأنصاف المقاطع هي ما ينتج حين نقص المقطع الصوتي عند الصائت. فتنتج أنصاف المقاطع التالية: CV# و VC# و VCC# وVCV و VCCV (يشير # إلى الصمت قبل الكلام أو بعده).

إن عدد الثنائيات الصوتية لا يتجاوز 1500 (لـ 38 صوتيم). أما عدد أنصاف المقاطع، فهو يتجاوز 11000 بعد استبعاد الصوامت المتنافرة. انتهى تسجيل المدونة التي تتضمن أنصاف المقاطع بصوت أنثوي، وبقي تقطيعها وتحليلها.

٥-٧- نظام تعرف كلمات معزولة

يهدف هذا التطبيق إلى التحكم الصوتي في ربوط (ذراع آلي)، موصول إلى حاسوب. يتكون هذا الذراع من خمسة مفاصل: قاعدة وكتف ومرفق ومعصم و قبضة. كل من المفاصل الأربعة الأولى يمكن أن يتحرك نحو: اليمين أو اليسار أو الأعلى أو الأسفل، أما القبضة فتكون حركتها بالفتح او الإغلاق.

يتكون الأمر من مجموعة كلمات هي على التتالي:

المفصل، جهة الحركة وكمية الحركة.

كمية الحركة هي عدد مقدر بالدرجات، يمثل زاوية الحركة. ويمكن لفظ كمية الحركة رقماً رقماً من اليسار (وبذلك يكون عدد كلمات التعرف 21 كلمة)، أو بالطريقة المعتادة (ويكون عدد كلمات التعرف 42 كلمة.

التقنية المستخدمة في التعرف، هي تقنية ماركوف المخفية. نسبة التعرف 100% للشخص الذي درّب نظام التعرف، و 82% للآخرين للتشكيلة المعتمدة (حجم النماذج الصوتية codebook size هو 512، وأخذ 15 موسط سبستروم لكل نموذج مع مشتقيه الأول والثاني).

٥-٨- تعرّف الخط العربي

قدم المعهد العالي للعلوم التطبيقية والتكنولوجيا مع المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم منتجاً لتعرف حروف الخط العربي "نظام التعرف الضوئي على الخط العربي". يستطيع هذا البرنامج التعرف على الأحرف العربية بمختلف أشكالها إلا التزينية منها (التي تكثر فيها الميلانات والبروزات لأغراض

الزينة)، وبمختلف الحجوم، ويمكنه التغلب على ميلانات السطور باستخدام طريقة خاصة، كما يمكنه تقطيع الأحرف المتداخلة و الفصل فيما بينها.

دخل البرنامج ملف صورة من نوع bmp تنتج عن مسح النص بماسح ضوئي أو من تجهيزة أخرى، وبحيث تكون الصورة بلونين فقط. والخرج ملف نصي يتضمن المحتوى النصي للكتابة باللغة العربية ضمن الصورة [الكردي ٠٢].

٦- خاتمة

جرى عرض ملخص لبعض تقانات معالجة اللغة العربية، وبعض المنتجات العالمية والأعمال المحلية المتعلقة بها. ولازالت لائحة التطبيقات تذخر بالمستجدات مثل:

☒ تحسين الإشارة الكلامية لحذف الضجيج منها، أو استعادة مقاطع صغيرة محذوفة سيما في تطبيقات نقل الصوت على الإنترنت.

☒ فصل الإشارات الصوتية بعضها عن بعض بحيث يمكن عزل صوت أحد المتحدثين فقط.

☒ تعقب الكلمات المفتاحية، لأعمال المراقبة.

☒ التورية: تحميل إشارات إضافية على إشارة صوتية بحيث لا يمكن سماعها، ويمكن للطرف الآخر فقط استخراجها.

☒ تعرف المتكلم، وتحديد اتجاهه أو موقعه.

☒ تحويل الصوت، بحيث نقلد صوت متحدث معين.

يتطلب العمل بهذه التقانات، فرق عمل خبيرة ودؤوبة، وهذا للأسف غير متوفر لدينا. وتقتصر أغلب المساهمات على الإشراف على مشاريع طلابية في المعهد العالي وفي كلية الهندسة المعلوماتية.

المراجع

[البواب ٨٤] مروان البواب، يحيى ميرعلم، محمد حسان الطيان، إشراف محمد مراياتي، "الكتابة الصوتية العربية"، نشرة داخلية، مركز الدراسات والبحوث العلمية، دمشق، سوريا، ١٩٨٤.

[غنيم ٠٣] ندى غنيم، هدى حبش، "تحويل النصوص العربية من رموز كتابية إلى رموز صوتية"، مجلة جامعة دمشق للعلوم الأساسية، المجلد ١٩، العدد الأول، ٢٠٠٣.

[باكير ٠٥] عفاف باكير، "قاعدة معطيات قواعد الإعراب"، نشرة داخلية، المعهد العالي للعلوم التطبيقية والتكنولوجيا، دمشق، سوريا، ٢٠٠٥.

[الكردي ٠٢] بسام الكردي، منير الصباغ، "نظام تعرّف الحروف العربية ضوئياً"، نشرة داخلية، المعهد العالي للعلوم التطبيقية والتكنولوجيا، دمشق، سوريا، ٢٠٠٢.

[Al-Dakkak 05] Al-Dakkak O., Ghneim N., Abou-Zliekha, and Al-Moubayed S., “Emotion Inclusion in an Arabic Text-to-Speech”, Proceedings of EUSIPCO 2005.

[Al-Dakkak 06] Al Dakkak O. and Harba Y., "Vocal Commands to a Robot by an Isolated Words Recognition System using HMM. ICTTA2006, Damascus, SYRIA.

[Buckwalter 02] Buckwalter T., “Buckwalter Arabic Morphological Analyzer Version 1.0”. Linguistic Data Consortium, catalog number LDC2002L49, ISBN 1-58563-257-0, 2002.

[Chenfour 00] Chenfour N., Benabbou A. and Mouradi A., “ Etude et Evaluation de la di-syllabe comme Unité Acoustique pour le Système de Synthèse Arabe PARADIS”, Second International Conference on language resources and evaluation, Athenes, Greece, 31 May-2 June 2000.

[Dutoit 96] Dutoit T., Pagel V., Pierret N., Bataille F.and van der Vrecken O.,”The MBROLA project: towards a set of high quality speech synthesizers free of use for non-commercial purposes”, Proc. of ICSLP’96, pp. 1393-1396, 1996.

[Haton 06] Haton j. P., "Automatic Speech Recognition: State of the Art". ICTTA2006, Damascus, SYRIA.

[Safadi 06] Safadi. H., Al Dakkak O. and Ghneim N., "Computational Methods to Vocalize Arabic Texts" 2nd Workshop W3C, Herakilon, Greece, 2006.